



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

PŘEMOSTĚNÍ DÁLNICE U MORAVSKÉHO PÍSKU

ROAD BRIDGE OVER THE HIGHWAY BY THE TOWN MORAVSKÝ PÍSEK

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Matěj Novotný

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. LADISLAV KLUSÁČEK, CSc.

BRNO 2017



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607T009 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Matěj Novotný
Název	Přemostění dálnice u Moravského Písku
Vedoucí práce	doc. Ing. Ladislav Klusáček, CSc.
Datum zadání	31. 3. 2016
Datum odevzdání	13. 1. 2017

V Brně dne 31. 3. 2016

prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Geometrické zaměření terénu

Vedení nivelety

ČSN EN 1990 včetně změny A1: Zásady navrhování konstrukcí.

ČSN EN 1991-2: Zatížení mostů dopravou.

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.

ČSN EN 1992-2: Betonové mosty - Navrhování a konstrukční zásady.

Literatura doporučená vedoucím diplomové práce.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Pro zadaný problém navrhnete dvě až tři varianty řešení a zhodnoťte je.

Podrobný návrh nosné konstrukce vybrané varianty mostu proveďte podle mezních stavů únosnosti a použitelnosti včetně řešení vlivu výstavby mostu na jeho návrh.

Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího diplomové práce.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje Průvodní zprávu a ostatní náležitosti podle níže uvedených směrnic)

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady a varianty řešení

P2. Výkresy (přehledné, podrobné a detaily v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce)

P3. Stavební postup a vizualizace

P4. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce)

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (3x), Popisný soubor závěrečné práce

Diplomová práce bude odevzdána 1x v listinné podobě a 1x v elektronické podobě na CD.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).

2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

doc. Ing. Ladislav Klusáček, CSc.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Diplomová práce řeší most na komunikaci 4951 přes dálnici D55. Konstrukce je navrhována ve třech variantách. Vybraná byla předpjatá desková konstrukce délky 67,65 metrů uvažovaná jako spojitý nosník. Výpočet vnitřních sil je proveden programem SCIA. Konstrukce je posuzována podle platných norem.

KLÍČOVÁ SLOVA

betonový most, předpjatá konstrukce, deskový nosník, výkresová dokumentace

ABSTRACT

The Diploma thesis deals with the road bridge on the road 4951 across the D55 highway. Construction is proposed in three variants. The selected design was prestressed board length 67,65 meters, intended as a continuous beam. Calculation is performed by software SCIA. The construction is evaluated according to current standards.

KEYWORDS

concrete bridge, prestressed construction, plate girder, drawing documentation

...

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Bc. Matěj Novotný *Přemostění dálnice u Moravského Písku*. Brno, 2017. 18 s., 70 s. příl.
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a
zděných konstrukcí. Vedoucí práce doc. Ing. Ladislav Klusáček, CSc.

.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 13. 1. 2017

Bc. Matěj Novotný
autor práce

PODĚKOVÁNÍ:

Děkuji především svému vedoucímu diplomové práce panu doc. Ing. Ladislav Klusáčkovi, CSc., za to, že mi poskytl oporu v případě odborných znalostí, ale i za jeho ochotu a vstřícnost, díky čemuž konzultace probíhaly smysluplně a vždy jsem si z nich odnesl co jsem potřeboval. Dále bych poděkoval ostatním členům ústavu a mým spolužákům za informace, které mi poskytli během vypracování.



OBSAH

1	ÚVOD	9
2	IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE MOSTU	10
3	MOST A JEHO UMÍSTĚNÍ	10
3.1	CHARAKTER PŘEKÁŽKY A PŘEVÁDĚNÉ KOMUNIKACE.....	10
3.2	ŠÍŘKOVÉ USPOŘÁDÁNÍ NA MOSTĚ:.....	10
3.3	ÚZEMNÍ PODMÍNKY	10
3.4	GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ PODMÍNKY	10
3.5	INŽENÝRSKÉ SÍTĚ V OBVODU STAVENIŠTĚ.....	11
4	STAVEBNĚ-TECHNICKÉ ŘEŠENÍ	11
4.1	STUDIE ŘEŠENÍ NOSNÉ KONSTRUKCE	11
4.2	ZHODNOCENÍ A VÝBĚR VARIANTY	11
4.3	POPIS KONSTRUKCE MOSTU	12
4.4	ZALOŽENÍ MOSTU	12
4.5	SPODNÍ STAVBA.....	12
4.6	PODÉLNÝ SMĚR	12
4.7	PŘÍČNÝ SMĚR	12
4.8	PŘÍSLUŠENSTVÍ	12
5	MATERIÁLY	13
5.1	BETON.....	13
5.2	BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ.....	14
5.3	PŘEDPÍNACÍ VÝZTUŽ	14
6	VÝSTAVBA MOSTU	14
	VYTYČENÍ.....	14
	ZEMNÍ PRÁCE	14
	ZÁKLADY.....	14
	PODPĚRY A OPĚRY	14
	IZOLACE.....	14
	MONTÁŽ PEVNÉ SKRUŽE	14
	OSAZENÍ LOŽISEK.....	14
	NOSNÁ KONSTRUKCE	14
	MOSTNÍ SVRŠEK A OBLAST ZA OPĚRAMI	15
	DOKONČOVACÍ PRÁCE	15
7	OMEZENÍ PROVOZU	15
8	BEZPEČNOST A OCHRANA	15
9	VLIV STAVBY NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	15
10	ZÁVĚR	16



1 ÚVOD

Úkolem diplomové práce je navrhnout a posoudit most ve vybraném území přes dálnici D55. V rámci řešení diplomové práce jsou vypracovány 3 varianty návrhu. První variantou je desková konstrukce z předpjatého betonu maximální výšky 675 mm o čtyřech polích. V příčném směru má konstrukce dvě podpěry. Druhá varianta je trám o maximální výšce průřezu 1700mm, konstrukce je spojitá o třech polích.. Třetí varianta je předpjatá deska o čtyřech polích v příčném směru má tři podpory. První varianta je vybrána pro podrobnější zpracování.



PRŮVODNÍ A TECHNICKÁ ZPRÁVA

2 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE MOSTU

Název mostu:	Přemostění dálnice u Moravského Písku
Kraj:	Jihomoravský
Investor:	Ředitelství silnic a dálnic ČR
Uvažovaný správce mostu:	Ředitelství silnic a dálnic ČR
Projektant:	Matěj Novotný
Úhel křížení:	$\alpha=90^\circ$
Délka přemostění:	54m
Délka mostu:	67,65m
Šířka nosné konstrukce:	8,35m
Celková šířka mostu:	8,85m

3 MOST A JEHO UMÍSTĚNÍ

3.1 Charakter překážky a převáděné komunikace

Převáděná komunikace je silnice III. třídy se šířkovým uspořádáním S6,5. Trasa nivelety na mostě je v přímém úseku. Výškově silnice klesá ve sklonu max 5,04% ve směru staničení. V příšném směru má vozovka střeovitý sklon 2,5%.Sklon římsy je 4%. Most přemostňuje dálnici R 25,5/120

3.2 Šířkové uspořádání na mostě:

Zpevněná část zpevněné krajnice	0,50m
Jízdní pruh 2x	2,75m
Zpevněná část zpevněné krajnice	0,50m
Revizní chodník	0,75m
Šířka mezi obrubami	6,50m
Celková šířka mostu	8,85m

3.3 Územní podmínky

Most se nachází v extravilánu ve zvlněném terénu terénu . Převáděná komunikace je v náspu.

3.4 Geologické a hydrogeologické podmínky

Pro objekt v rámci řešení diplomové práce nebyly provedeny žádné geologické průzkumy.

3.5 Inženýrské sítě v obvodu staveniště

V okolí navrhovaného mostu se nenacházejí žádné inženýrské sítě.

4 STAVEBNĚ-TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

4.1 Studie řešení nosné konstrukce

Nosná konstrukce je navržena ve třech variantách

Varianta 1

Nosná konstrukce je předpjatá deska o maximální výšce 675mm. Deska má zkosené hrany. Jedná se o most o čtyřech polích, s rozměry 12,75m, 15m, 12,75m, 15m. V příčném směru jsou dvě podpory. Deska je uložena na ložiscích.

Varianta 2

Druhou variantou je předepjatý trám. Výška trámu v poli je 1300mm a nad podporou je 1700mm. Nosná konstrukce je o třech polích s rozměry 10m, 30m, 15m. Konstrukce je uložena na ložiscích.

Varianta 3

Nosná konstrukce je předpjatá deska o maximální výšce 675mm. Jedná se o most o čtyřech polích, s rozměry 12,75m, 15m, 12,75m, 15m. V příčném směru jsou tři podpory. Deska je uložena na ložiscích.

4.2 Zhodnocení a výběr varianty

Pro danou délku přemostění a typ přemostované překážky je vhodné navrhnout most o čtyřech polích. Pro rozpětí 17,5m je ideální použít lichoběžníkovou desku., která spoří materiál a je i pohledově vhodnější

Varianta 2 přináší složitější zakládání z důvodu větších reakcí a provádění kvůli komplikovanému příčnému řezu. Vysoký trám působí v pohledu mohutně a to nevyhovuje aktuálním trendům. Varianta 3 má díky svému podepření menší vnitřní síly v desce pro nadpodporovou oblast oproti první variantě. Ovšem tři podpory a nezkosená deska přináší neestetičnost stavby. Dále bude varianta pravděpodobně nákladnější než varianta 1.

Z analýzy vypracovaných variant vychází nejlépe varianta č.1, kterou se bude dále zpracovávat.

4.3 Popis konstrukce mostu

Navrhovaný most je tvořený předpjatou deskou a spodní stavbou, která je od nosné konstrukce oddělena dilatačními a pracovními spárami. Opěry jsou navrženy jako gravitační s dilatovanými křídly.

4.4 Založení mostu

Most je založený na železobetonových pilotách hloubky 8 m a průměru 0,9 m. Piloty jsou od sebe vzdáleny 1,8 m osově. Každý pilíř je založen na 4 pilotách. Mostní opěry mají pod sebou po 10 kusech pilot. Na pilotách je železobetonová základová patka výšky 1,0 m přesahující vnější líc pilot o 0,25 m. Pod základovou patkou se nachází 0,1 m podkladního betonu třídy C16/20–XA2. Základové patky i piloty jsou z betonu C30/37–XA2.

4.5 Spodní stavba

Pilíře mostu jsou železobetonové mající průřez obdélníku 900x1000mm. Jsou vyrobeny z betonu třídy C30/37–XF2.

Opěry jsou železobetonové z betonu třídy C30/37–XF2. Šířka opěr je 2,45 m, v horní části přechází v závěrnou zídku tloušťky 0,5 m, na které je na vrubovém kloubu uložena přechodová deska z betonu C30/37–XA2. Přechodová deska je tloušťky 0,2 m a délky 3,5 m. Leží na podsypu ze suchého betonu třídy C16/20–XA2 pod níž se nachází štěrkový podsyp.

4.6 Podélný směr

Nosná konstrukce je uvažována jako prostě uložená na ložiskách, přes které je zatížení přenášeno do spodní stavby mostu. V podélném směru zajišťuje únosnost 6x9 a 11x7 předpínacích lan, které jsou navrženy tak aby nosná konstrukce vyhověla v mezním stavu použitelnosti i v mezním stavu únosnosti.

4.7 Příčný směr

Deska má v příčném směru proměnný průřez od 675mm do 559mm. Proměnlivý průřez je požadován kvůli 2,5% sklonu vozovky. Únosnost v příčném směru zajišťuje beton a ocelová výztuž. Vozovka má šířku 6,5m. Na obou krajích mostu je mostní římsa s vyložení 250mm, na které je uloženo zábradelní svodidlo výšky 1,1m. V jednom směru je revizní chodník šířky 0,75m a zábradlí výšky 1,1m.

4.8 Příslušenství

Ložiska

Uložení mostu: Opěra A: 1x podélně posuvné + 1x všesměrně posuvné ložisko
Podpěra B: 1x podélně posuvné + 1x všesměrně posuvné ložisko
Podpěra C: 1x pevné ložisko + 1x příčně posuvné ložisko
Podpěra D: 1x podélně posuvné + 1x všesměrně posuvné ložisko
Opěra E: 1x podélně posuvné + 1x všesměrně posuvné ložisko

Přechodové klíny

Přechodové klíny jsou navrženy délky 3,5m z mezerovitého betonu C12/15

Přechodová oblast

V přechodové oblasti má mít zásypová zemina zhutnění TKP(ID>0,85). Souvrství 1xAlp; 2xNa; 2xochranná vrstva geotextílie. V přechodové oblasti je uložena perforovaná drenážní trubka DN 150mm na spádovém betonu a je zabetonována mezerovitým betonem.

Mostní závěr

Navrženy jsou mostní závěry Maurer D80 typu O2, kotveny do závěrné zídky a nosné konstrukce mostu, umožňující dilataci až 80 mm. Součástí příloh je detail tohoto závěru.

Římsy

Římsy jsou prefabrikované z betonu C30/37 a oceli B500B. Šířka říms je 800mm na jedné straně a 1550mm na druhé straně z toho 250mm je přesah přes nosnou konstrukci. Příčný sklon římsy při je 4%.

Skladba vozovky

Vozovka je navržena ve sklonu 2,5% z důvodu odvodnění nosné konstrukce. Je složena z asfaltového betonu pro obrusné vrstvy tloušťky 40mm, pak následuje asfaltový beton pro ložní vrstvy 60mm. Další vrstva je litý asfalt Spodek vozovky je tvořen izolační vrstvou kvůli spojitosti mezi vozovkou a nosnou konstrukcí.

ACO 11	40 mm
SPOJOVACÍ POSTŘÍK	0,2kg/m ²
ACL 16	75 mm
SPOJOVACÍ POSTŘÍK	0,2kg/m ²
IZOLACE	5mm
EPOXIDOVÁ PRYSKYŘICE	
Tloušťka vozovky	120mm

Zábradlí

Na konstrukci je navrženo zábradelní svodidlo oZSNH4/H2 se svislou výplní.

Na konstrukci je navrženo zábradlí výšky 1100' mm se svislou výplní

Odvodnění mostu

Most je odvodněn příčným spádem vozovky ve sklonu 2,5% a příčným spádem říms ve sklonu 4%. V podélném směru je most odvodněn sklonem až 5% a v místě podepření je odvodněn vždy svody průměru 150mm.

5 MATERIÁLY

5.1 Beton

Pro jednotlivé části konstrukce jsou stanoveny třídy betonu.

Piloty: C30/37-XA2

Podkladní betony: C16/20-XA2

Základové patky: C30/37-XA2

Pilíře: C30/37-XF2



Opěry:	C30/37-XF2
Přechodové desky:	C30/37-XA2
Nosná konstrukce:	C35/45 XC4
Římsy:	C30/37-XF2

5.2 Betonářská výztuž

Pro výztuž je použita ocel B500B

5.3 Předpínací výztuž

Pro předpínací výztuž jsou použité kabely Y 1860 S-7 15,7-A

6 VÝSTAVBA MOSTU

Vytyčení

Bude provedeno v souřadném systému JTSK a výškovém systému Bpv.

Zemní práce

Je potřeba provést skryvku ornice v dotčeném území v mocnosti 0,15 m. Následně proběhnou výkopy základových patek a z nich se navrtají piloty. Je zde předpoklad, že výstavba komunikace bude nejdále vyhotovena tak, aby pata násypu byla nejbližší 1 m od základů opěr.

Základy

Jako první se vyztuží a vybetonují piloty, následně se vyhotoví podkladní deska pod základové patky a vyztuží a vybetonují se základové patky.

Podpěry a opěry

Po částečném zatvrdnutí základů lze pokračovat bedněním, armováním a betonáží podpěr a opěr s mostními křídly. Na opěrách se zatím nebude provádět závěrná zídka.

Izolace

Proběhnou izolace konstrukcí ve styku se zeminou, po částech se navezou a zhutní zásypy. Po dosažení úrovně umístění drenážních trubek se provede podkladní beton pod tyto trubky a také izolace v těchto místech.

Montáž pevné skruže

Bude provedeno lešení pro uložení bednění po celé délce nosné konstrukce. Po osazení ložisek se provede systémové bednění.

Osazení ložisek

Na opěry podpěry se umístí ložiska s dočasnou aretací.

Nosná konstrukce

Proběhne osazení betonářské a předpínací výztuže. Následně se celá konstrukce zabetonuje a po 28 dnech se provede předepnutí.



Mostní svršek a oblast za opěrami

Provede se hydroizolace, závěrné zídky, dohutnění oblasti za závěrnými zídkami, přechodová deska, osazení mostních říms a mostních závěrů. Následně se osadí odvodňovače a provedou se vrstvy vozovky a poté se osadí svodidla, zábradelní svodidla a zábradlí.

Dokončovací práce

Položí se odvodňovací žlaby, schodiště a dláždění pod mostem.

7 OMEZENÍ PROVOZU

Provoz nebude omezen, jedná se o novostavbu paralelně vedenou se starší komunikací.

8 BEZPEČNOST A OCHRANA

Během výstavby je nutno zabezpečit bezpečnost pracovníků a strojů, požární ochranu a hygienu při práci. Dále je nutno dodržovat všechny předpisy a normy týkající se bezpečnosti při práci.

9 VLIV STAVBY NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Na staveništi je možný únik pohonných látek z mechanizace. Při jakémkoli zpozorování úniku chemikálií je nutno okamžitě zamezit šíření do okolního prostředí.



10 ZÁVĚR

Nosná konstrukce byla navrhována pro potřeby diplomové práce ve třech variantách. Vybral jsem z nich jednu a tu jsem posoudil dle zadání diplomové práce. Konstrukce byla řešená v programu SCIA a účinky zatížení jsem odečetl z programu. S ohledem na ně bylo navrženo předpjetí. Následně byla konstrukce posouzena na mezní stav únosnosti a mezní stav použitelnosti. Výpočet je ukončen posouzením lokálních oblastí nad ložiskem a u kotvy předpínací výztuže. Při výpočtu bylo zanedbáno zatížení větrem a sněhem, vliv vodorovných sil na konstrukci. K výpočtu je vytvořena odpovídající výkresová dokumentace. Výpočet byl proveden podle EC.

Seznam použitých zdrojů:

1. ČSN EN 1992-1-1 EUROKÓD : *Návrh betonových konstrukcí – část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Praha : ČNI, 2006*
2. ČSN EN 1991-2 (736203). *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou. Praha: ČNI, 2005.*
3. ČSN EN 1992-1-1 (731201). *Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Praha: ČNI, 2006.*
4. ČSN EN 1992-2 (736208). *Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 2: Betonové mosty - Navrhování a konstrukční zásady. Praha: ČNI, 2007.*
5. *Stráský, J., Nečas, R. Betonové mosty I – modul 1 – Základní principy navrhování. Brno: VUT, 2006*
6. *Klusáček, L. Betonové mosty I – modul 2 – Nosné konstrukce mostů. Brno: VUT, 2006*
7. *Panáček, J. Betonové mosty I – modul 3 – Spodní stavba a příslušenství mostních objektů. Brno : VUT, 2006*



Seznam příloh:

- P1: P1.1 ZADÁNÍ SITUACE
 - P1.2 ZADÁNÍ PODÉLNÝ ŘEZ
 - P1.3 STUDIE 1
 - P1.4 STUDIE 2
 - P1.5 STUDIE 5
- P2: P2.1 SITUACE
 - P2.2 PODÉLNÝ ŘEZ
 - P2.3 PŘÍČNÉ ŘEZY
 - P2.4 BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ
 - P2.5 PŘEDPÍNACÍ VÝZTUŽ
- P3: P3.1: SCHÉMA POSTUPU PRACÍ VÝSTAVBY
 - P3.2 HARMONOGRAM VÝSTAVBY
 - P3.3 VIZUALIZACE
- P4: P4 STATICKÝ VÝPOČET